满足用户多种需求的水冷式高压大容量变频器“FRENIC4800VM6”

“FRENIC4800VM6” Medium-Voltage High-Capacity Inverter with Water-Cooling System Designed to Meet Various User Needs

宫下　勉 MIYASHITA, Tsutomu　　中村　畅佑 NAKAMURA, Yosuke　　岩元　丽之 IWAMOTO, Kazuyuki

对作为成套设备中主要设备的大容量变频器进行更新换代时，高级的控制功能和充实的用户支援功能是用户选择产品的重要判断标准。水冷式高压大容量变频器“FRENIC4800VM6”与传统机型相比增加了输出频率，提升了成套设备控制功能，从而成功生产出高品质多品种的产品，并提高了成品率。过去，保全作业需要较高的技能水平和大量人手，为了节省保全作业的人力，为成套设备整体的稳定操作做出贡献，而采用了大型可编程操作显示器，并且对加载器系统等用户支援功能做出革新。

When revamping high-capacity inverters used as major equipment in plants, customers place a heavy emphasis on products that incorporate advanced control function and fulfilling user support tools. The “FRENIC4800VM6” medium-voltage high-capacity inverter with water-cooling system was designed to enhance plant control function and expand output frequency over previous products to achieve better productivity and yield for a wide range of high-quality products. Furthermore, featuring a large programmable operation display and renovated user support functions such as a loader function, the inverter helps users reduce the amount of sophisticated and labor-intensive maintenance work, while also contributing to the overall stability of plant operations.

1　引言

近年来，为了提高成套设备整体的生产力，减少故障时间，老旧设备的合理化及集约化进程加快。对作为成套设备中主要设备的大容量变频器进行更新换代时，高级的控制功能和充实的用户支援功能是用户选择产品的重要判断标准。

为满足用户的这种要求，本公司对 2011 年发售的成套设备用大容量变频器“FRENIC4800VM5”进行了产品升级，开发出“FRENIC4800VM6”。

本文将对提升控制功能并对用户支援功能做出革新的水冷式高压大容量变频器“FRENIC4800VM6”进行介绍。

2　“FRENIC4800VM6”的概要

图 1 是富士电机成套设备用变频器的产品阵容。适用于运用领域中的 3 种输出电压，可覆盖 10kVA 至 26000 kVA 的较大容量范围。

其中，高端模型 FRENIC4800VM6 是用于驱动钢铁和有色金属大型轧机、大型鼓风机、泵、风洞试验设备等装置的电动机的水冷式高压大容量变频器。与传统机型 FRENIC4800VM5 相比，FRENIC4800VM6 增加了输出频率，提升了成套设备控制功能，从而成功生产出高品质多品种的产品，并提高了成品率。此外，过去保全作业需要较高的技能水平和大量人手，为了节省保全作业的人力，为成套设备整体的稳定操作做出贡献，而采用了大型可编程操作显示器，并且对加载器系统做出革新。FRENIC4800VM6

图 2　“FRENIC4800 VM6”柜的外观

系列名称	特点	输出电压（V）	容量范围 (kVA)　10　100　1000　10000
FRENIC4000VM5	成套设备用矢量控制变频器	400	5400
FRENIC4000FM5	成套设备用 V/f 控制变频器	400	900
FRENIC4400VM6	大容量矢量控制变频器	800	8000
FRENIC4800VM6	水冷大容量高压矢量控制变频器	3300	26000

图 1　成套设备用变频器的产品阵容

表 1 “FRENIC4800VM6”的电气规格

项目	规格			
结构 （多重）	单机	2 重	3 重	4 重
转换器容量 （MW）	6.0	12.0	18.0	24.0
变频器容量（MVA）	6.6	13.2	19.8	26.4
电压	输入 3.1 kV 3 ϕ 50/60 Hz、 输出 3.3 kV			
过负载耐受能力	150% 1 分钟			
驱动电动机	感应机、 同步机			

柜的外观参见**图 2**，电气规格参见**表 1**。

3 提升控制功能

3.1 增加输出频率

提高 FRENIC4800 中使用的高耐压 IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）模块的开关频率会导致损耗增加，因此传统机型 FRENIC4800VM5 将变频器的最高输出频率限制在 15 Hz。FRENIC4800VM6 实装了使载波相位与输出电压相位同步的同步 PWM（Pulse Width Modulation）控制来降低开关频率，无需降低变频器容量便可将最高输出频率提高到行业顶尖水平的 100 Hz。

图 3 是变频器输出频率引起的线电压差异。变频器输出频率超过 15 Hz 后进入同步 PWM 区域。在同步 PWM 区域，为避免超出最大开关频率而减少开关次数。

另外，在过调制区域之前使用同步 PWM 控制，可将变频器输出电压从传统机型的 3.1 kV 提高到 3.3 kV。这样，就可以在不改变柜子外形尺寸的前提下将单机容量从传统机型的 6.2 MVA 增加到 6.6 MVA。不含水冷装置的转换器与变频器单机的柜子外形尺寸与传统机型相同，均为 W2800×D1650×H2400（mm）[(1)]。

3.2 提升成套设备控制功能

FRENIC4800VM6 可安装 PROFIBUS[〈注 1〉]通信卡可选件来用于驱动装置间的通信。而且，因为采用了 PROFIdrive[〈注 2〉]通信格式，不仅可以与富士电机制造的驱动装置进行通信，与其他公司制造的支持 PROFIdrive 的驱动装置也能够相对容易地进行通信。过去，用于控制成套设备的复杂功能实装在与驱动装置连接的上位可编程控制器（PLC）上。现在，将该复杂功能实装在 FRENIC4800VM6 上，无需通过上位 PLC，便可在驱动装置间直接进行成套设备控制，因而能够进行高速高精度的控制。

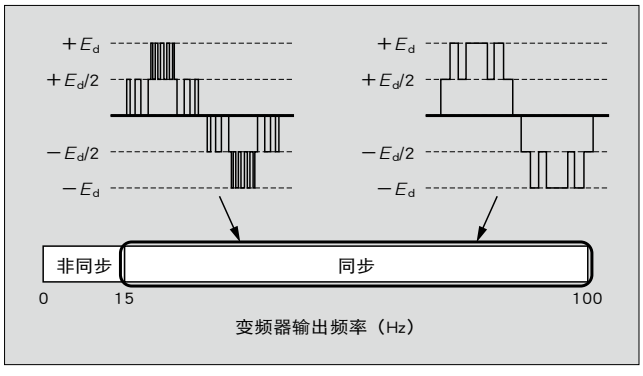

图 3 变频器输出频率引起的线电压差异

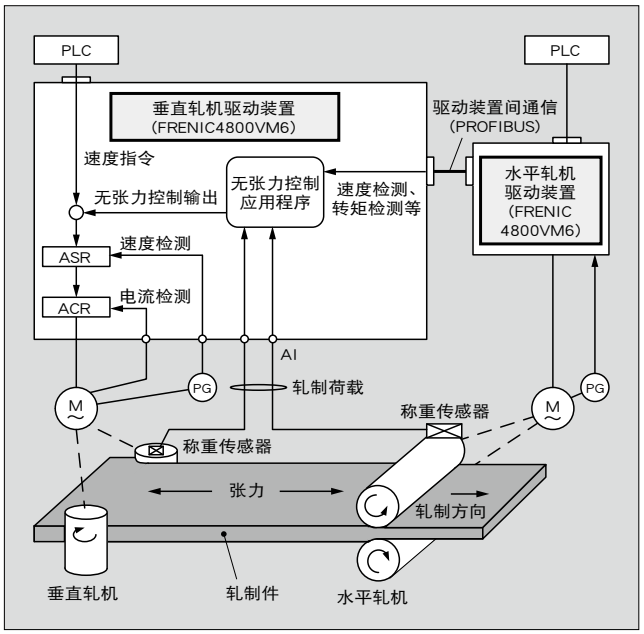

图 4 使用驱动装置进行成套设备控制的系统结构示例

驱动装置间成套设备控制的一个示例可参见**图 4** 的控制（无张力控制）系统结构，其用于抑制串联式轧机间轧制件上产生的张力。通常在使用 2 台轧机同时轧制的连轧工艺中，如果 2 台轧机的轧辊周速差导致轧制件上产生张力，那么就会对产品形状造成不良影响。因此，在轧机控制中提出对轧制件上张力进行抑制的要求。

图 4 的示例中，FRENIC4800VM6 是驱动垂直轧机的驱动装置，其经由 PROFIBUS 从驱动水平轧机的驱动装置直接接收水平轧机的转速和转矩检测值等参数。FRENIC4800VM6 利用这些数值和来自称重传感器的模拟输入的轧制荷载，对垂直轧机的转速进行补正，用来抑制轧制件上产生的张力。在这里，上位 PLC 仅仅是对 2 台驱动装置发送生产线速度设定值，不涉及无张力控制。

另一方面，如果不采用 FRENIC4800VM6，而是用上位 PLC 进行无张力控制，那么上位 PLC 将从垂直轧机和水平轧机各自的驱动装置接收控制所需的数据，并将由这些数据算出的转速补正值发送给驱动装置。由于要多耗费上位 PLC 与驱动装置间的通信时间，因此与采用 FRENIC4800VM6 进行无张力控制相比，无法加快控制响应速度，会出现不能快速抑制轧制件上张力的问题。

3.3 扩充 CI Link 与转换器的控制传输

在传统机型 FRENIC4800VM5 中，上位 PLC 可以使用 PROFIBUS 等传输电缆与变频器直接连接，但是不能与转换器直接连接。因此，转换器的信息利用变频器与转换器间的光传输电缆（CI Link）被发送给变频器，再经由变频器发送给上位 PLC。但是，CI Link 能够从转换器发送给变频

〈注 1〉PROFIBUS：PROFIBUS User Organization 的商标或注册商标

〈注 2〉PROFIdrive：PROFIBUS User Organization 的商标或注册商标

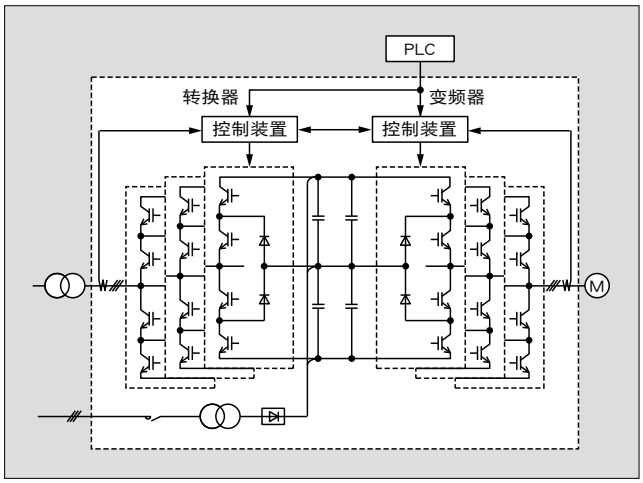

图 5 “FRENIC4800 VM6”的装置结构

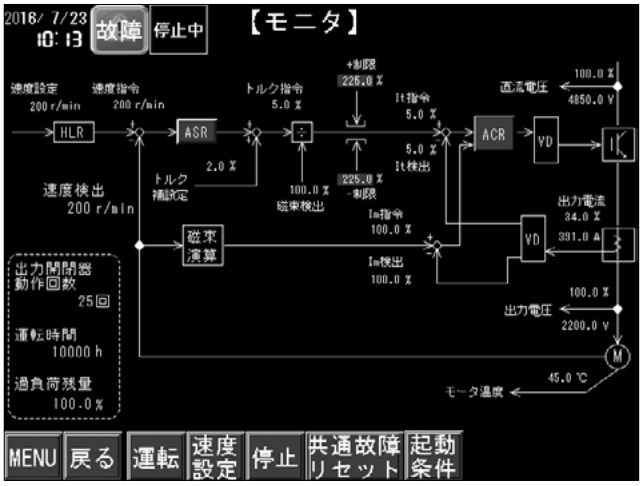

图 6 显示器画面（变频器侧）

器的信息量有限，追加的所需信息需要用硬线等其他信号线传输。

图 5 是 FRENIC4800VM6 的装置结构。FRENIC4800VM6 可以用传输电缆将上位 PLC 与转换器直接连接，上位 PLC 能够接收转换器的详细信息。这样便可减少硬线，有助于节省保全作业的人力。

4 扩充用户支援功能

4.1 采用大型可编程操作显示器

变频器和转换器的设定、运行、监视、保养等各种操作可从柜面的触摸面板进行。传统机型 FRENIC4800VM5 使用的小型触摸面板附带 4 位 LED 显示器和最大可显示 5 行 ×13 字符的液晶显示器。FRENIC4800VM6 采用了 8.4 型可编程操作显示器，可见性和操作性得到大幅提升。而且，可实现传统小型触摸面板无法做到的详情显示，可以在不依赖使用说明书的情况下进行直观操作。可编程操作显示器有 2 台，分别用于变频器和转换器。

采用大型可编程操作显示器后，比过去得到提升或者新增的主要功能（画面）如下所示。

⑴ 显示器画面

变频器和转换器的简易控制框图上实时显示有各种指令值和检测值。变频器和转换器的运行状态一目了然，还能够执行运行、停止和更改参数等操作。另外，运行时间及短寿命零件的使用情况等保全信息也可以显示在相同画面上。**图 6** 是变频器的显示器画面。

⑵ 故障记录画面

传统机型 FRENIC4800VM5 显示 40 个故障发生记录（故障原因和发生时间），而 FRENIC4800VM6 可按发生顺序最多显示 100 个，并追溯到过去进行确认。而且，点击画面内的按钮可确认各故障的内容、原因及处理的向导。

⑶ 跳闸数据画面

可记录并显示发生故障时的内部数据（控制数据），没有电脑或数据收集装置也能立即确认发生故障时的状况。

⑷ 文档文件显示功能

可以在大型触摸面板上显示变频器的使用说明书和控制框图等文档，为保养作业的无纸化提供帮助。

4.2 加载器系统的革新

大规模成套设备中经常会设置数百台变频器。保养作业中需要使用电脑加载器对所有变频器的状态进行监视。但是，传统电脑加载器（1 对 1 加载器）一次只能连接 1 台变频器，在变频器台数较多时，其保养作业需要大量人手和时间，对用户造成巨大负担。而且，变频器的数据管理工作也非常繁重。

本次开发的电脑加载器（1 对 N 加载器）为了同时对多台变频器进行保养作业，而采用了**图 7** 的网络结构。

1 对 N 加载器与变频器采用以太网[注 3]进行连接，无论物理距离有多远，都能对连接在同一网络内的多台变频器同时进行操作和监视。1 对 N 加载器的特点如下。

⑴ 监视功能

可以对连接的所有变频器的运行状态与故障状态进行统一监视。

⑵ 比较功能

可以在加载器上对连接的各变频器的设定参数进行比较。

⑶ 管理功能

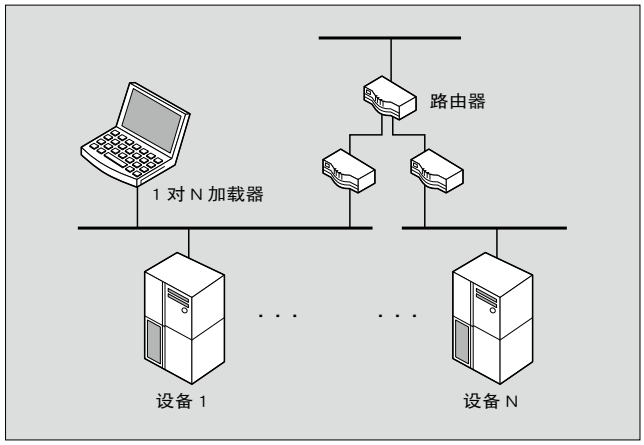

图 7 1 对 N 加载器的网络结构

〈注 3〉以太网（Ethernet）：富士施乐株式会社的商标或注册商标

可以对保存在所连接变频器内部的信息（设定、故障记录、跟踪）进行批量保存（管理）。

1 对 N 加载器在保持 1 对 1 加载器所持有功能的情况下，可以同时连接多台变频器，因此能够大幅减少用户保养作业所需的人力。

5 后记

本文对与传统机型相比可大幅提升控制性能和用户支援功能的水冷式高压大容量变频器“FRENIC4800VM6”进行了介绍。我们将进一步提升其功能，作为富士电机成套设备用变频器的高端模型，不断拓展运用领域。

参考文献

(1) 木谷昌史等. 水冷大容量高压变频器“FRENIC4800VM5”. 富士时报. 2013, vol.C5, no.1, p.20-24.

宫下　勉

从事电动力应用成套设备的工程工作。现为富士电机株式会社电力电子系统事业本部工艺自动化事业部技术第一部主查。

中村　畅佑

从事产业用变频器的产品开发。现就职于富士电机株式会社电力电子系统事业本部开发统括部电力电子机器开发中心驱动机器开发部。

岩元　丽之

从事电动力应用成套设备的设计。现就职于富士电机株式会社电力电子系统事业本部工程统括部系统技术中心自动化技术部。

富士电机

Fuji Electric

＊本刊记载的公司名称及产品，有可能是各相关公司的商标或注册商标。